

Buku Panduan Praktek Fisika Teknik

by F. Shoufika Hilyana

Submission date: 27-Jan-2020 09:00AM (UTC+0700)

Submission ID: 1246766395

File name: modul_cetak_ind_ok_fik.pdf (1.51M)

Word count: 5795

Character count: 33138

Buku Panduan

Praktek Fisika Teknik

F. SHOUFIKA HILYANA, S.Si., M.Pd.
ROCHMAD WINARSO, S.T., M.T



BADAN PENERBIT
UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Buku Panduan Praktek Fisika Teknik

Penulis :

F. Shoufika Hilyana, S.Si., M.Pd

Rochmad Winarso, S.T., M.T

Editor:

F. Shoufika Hilyana, S.Si., M.Pd

ISBN :

ISBN 978-623-7312-29-1



Cetakan pertama, Desember 2019

Copyright@2019

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak bahan ajar ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa seijin tertulis dari penerbit

Penerbit :

Badan Penerbit Universitas Muria Kudus

Anggota APPTI No. 003.030.1.03.2018

Kontak Penerbit:

Gondangmanis, Bae, Kudus, Kode Pos 53,

Jawa Tengah, Indonesia, 59352

Telp.: 0291-438229

Fax : 0291-437198

Email : penerbit@umk.ac.id

KATA PENGANTAR

⁴ Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan berkahNya sehingga Buku Panduan Praktek Fisika Teknik untuk Fakultas ini dapat diselesaikan.

⁴ Buku Panduan Praktek Fisika Teknik ini menjadi acuan bagi mahasiswa Fakultas Teknik UMK dalam melaksanakan praktek berdasarkan mata kuliah yang telah ditempuh, yaitu Fisika Teknik. Pembahasan pada Buku Panduan ini meliputi pengukuran jangka sorong, gaya pada bidang miring I, gaya pada bidang miring II, usaha pada bidang miring, gerak lurus beraturan, kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat, gerak jatuh bebas, hukum newton kedua tentang gerak, hukum hooke, ayunan matematis, dan momen inersia diri dalam tigabelas Lembar Kegiatan.

⁴ Penyusun menyadari bahwa Buku Panduan ini masih jauh dari sempurna sehingga segala bentuk masukan yang konstruktif sangat diharapkan dalam pengembangan dan perbaikan Buku Panduan Praktek Fisika Teknik ini di masa yang akan datang.

Kudus, Desember 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Tata Tertib Praktikum Fisika Teknik.....	vi
Lembar kegiatan 1 Pengukuran Jangka Sorong	1
Lembar kegiatan 2 Gaya Pada Bidang Miring I	2
Lembar kegiatan 3 Gaya Pada Bidang Miring II	4
Lembar kegiatan 4 Usaha Pada Bidang Miring	6
Lembar kegiatan 5 Kecepatan Rata-Rata	8
Lembar kegiatan 6 Kecepatan Dan Percepatan	10
Lembar kegiatan 7 Gerak Jatuh Bebas	12
Lembar kegiatan 8 Hukum Hooke	13
Lembar kegiatan 9 Gerak Harmonik Sederhana	14
Lembar kegiatan 10 Ayunan Sederhana	17
Lembar kegiatan 11 Penentuan Momen Inersia Diri Pada Benda Lewat Gerak Osilasi Harmonik	19
Lembar kegiatan 12 Penentuan Momen Inersia Benda Lewat Gerak Osilasi Harmonik	21
Lembar kegiatan 13 Penentuan Momen Inersia Benda Lewat Gerak Osilasi Harmonik	22
Daftar Pustaka	24

TATA TERTIB PRAKTEK FISIKA TEKNIK

1. Praktikan adalah mahasiswa/i Fakultas Teknik UMK yang sedang/telah mengambil mata kuliah Fisika Teknik, serta telah memenuhi semua persyaratan yang telah ditetapkan
2. Tiap praktikan wajib mempunyai buku petunjuk Praktek Fisika Teknik
3. Praktikan wajib hadir tepat waktu untuk melaksanakan praktek sesuai jadwal dan kelompok yang telah ditentukan, keterlambatan lebih dari 15 menit mengakibatkan tidak boleh mengikuti praktek pada jadwal tersebut dan harus mengulang praktek kemudian hari.
4. Kelompok Praktek telah ditentukan oleh Tim Asisten Praktek Fisika Teknik dan diharapkan tiap anggota kelompok dapat bekerja sama dengan baik
5. Praktikan menerima materi sesuai dengan buku panduan yang telah disusun dan menggunakan peralatan praktek sesuai dengan petunjuk penggunaannya
6. Praktikan menerima pengarahan/bimbingan/asistensi dalam penyampaian materi praktek maupun dalam penyusunan laporan
7. Praktikan tidak boleh keluar dari laboratorium tanpa seizin Asisten Praktikum yang bertugas
8. Praktikan diwajibkan mempersiapkan diri sebelum mengikuti kegiatan praktek dengan membaca, memahami materi, menunjukkan tugas yang telah di asistensikan kepada Asisten Praktikum.
9. Pada saat pelaksanaan praktek diharapkan untuk:
 - ❖ Memakai wearpack atau pakaian sopan, rapi dan berkerah (bukan jaket), bagi mahasiswi wajib untuk berbusana muslim yang rapi.
 - ❖ Memakai sepatu tertutup, tidak diperkenankan memakai sandal, jika sepatu sandal harus berkaos kaki.
 - ❖ Tidak merokok, makan, minum dan mengerjakan tugas lain yang tidak berhubungan dengan Praktek Fisika Teknik.
 - ❖ Mengikuti kegiatan praktikum dengan baik, tertib dan menjaga kebersihan laboratorium.
10. Praktikan dianggap gugur apabila:
 - ❖ Tidak mengikuti lebih dari satu kegiatan praktek yang telah dijadwalkan.
 - ❖ Tidak mengumpulkan laporan akhir sampai batas waktu yang sudah ditentukan.

Kudus, 2019

Penyusun

LEMBAR KEGIATAN 1 PENGUKURAN JANGKA SORONG

1.1. Tujuan : Mempelajari cara menggunakan jangka sorong.

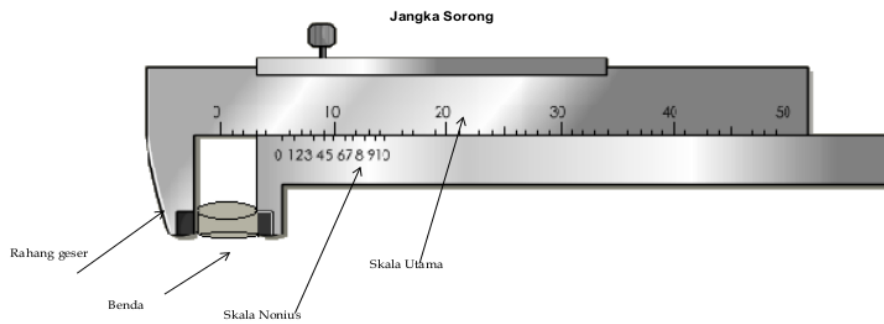
1.2. Alat dan bahan :

1. Jangka sorong
2. Batang statif
3. Dasar statif

1.3. Teori dasar

Pengukuran harus dilakukan dengan alat ukur yang tepat. Pada hakekatnya untuk melakukan pengukuran panjang, tebal, dan kedalaman suatu benda membutuhkan ketelitian sehingga alat ukur yang digunakan harus terkalibrasi terlebih dahulu.

Berikut ini cara penggunaan jangka sorong.



Gambar 1. Pengukuran dengan Jangka Sorong

Skala nonius memiliki panjang 9 mm dan dibagi 10 skala sehingga selisihnya 0,1 mm. atau 0,01 cm. Maka ketidakpastiannya adalah

$$\Delta x = 1/2 \times 0,1 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm} = 0,005 \text{ cm}$$

cara menentukan nilai x (panjang benda) yaitu:

1. perhatikan angka pada skala utama yang berdekatan dengan angka 0 pada nonius. Pada gambar 1. angka tersebut 5 cm
2. perhatikan garis nonius yang berhimpit dengan skala utama. Pada gambar 1. angka tersebut adalah garis ke 4. ini berarti
nilai $x = 5 \text{ cm} + (4 \times 0,01 \text{ cm}) = 5,04 \text{ cm}$.

Sehingga jika dituliskan, Panjang = $(5,040 \pm 0,005) \text{ cm}$

1.4. Langkah-langkah Percobaan

Gunakan Jangka sorong untuk mengukur besaran di bawah ini dan catat perolehannya pada tabel.

- a. Lebar dasar statif
- b. Diameter lubang dasar statif
- c. Kedalaman lubang dasar statif
- d. Diameter batang statif

Pada pengukuran di atas, lakukanlah pengulangan sebanyak 5 kali.

4 LEMBAR KEGIATAN 2 GAYA PADA BIDANG Miring I

2.1. Tujuan: Menyelidiki sifat gaya-gaya mekanis pada bidang miring

2.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Kaki Statif	2
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok penahan	2
6.	Pengait beban	1
7.	Jepit penahan	2

No	Alat dan Bahan	Jumlah
8.	Katrol penahan (\varnothing 50mm)	2
9.	Steker perangkai	1
10.	Beban (50 gram)	2
11.	Bidang miring	1
12.	Dinamometer 1.5 N	1
13.	Dinamometer 3.0 N	1

2.3. Teori Dasar

Kesetimbangan gaya, Ilmuan kebangsaan itali bernama Galileo Galilei (1564-1642) mengatakan bahwa untuk mengubah kecepatan suatu benda diperlukan suatu gaya luar, akan tetapi untuk mempertahankan kecepatan pada suatu nilai (arah) tertentu tidaklah diperlukan gaya luar. Prinsip Galileo ini diambil oleh Isaac newton (1642-1727), dimana dalam bentuk hk. Newton, prinsip Galileo dinatakan sebagai berikut, setiap benda tetap berada pada keadaan diam atau gerak lurus beraturan, kecuali jika benda itu dipaksa untuk mengubah keadaan tersebut oleh gaya-gaya yang dikerjakan padanya.

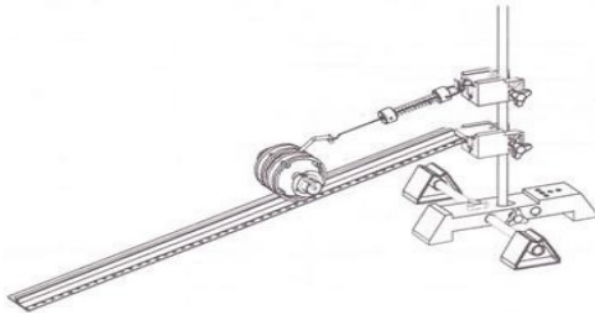
Maka gaya dapat didefinisikan sebagai apa yang menyebabkan perubahan kecepatan. Untuk mengukur gaya berdasarkan pada pengukuran perubahan bentuk atau ukuran sebuah benda dalam keadaan diam disebut dengan cara pengukuran gaya static. Cara pengukuran static ini berdasarkan pada kenyataan bahwa jika pada sebuah benda bekerja beberapa gaya, sedang benda mempunyai percepatan nol, maka jumlah vector dari semua gaya bekerja pada benda sama dengan nol. Alat yang bisa digunakan untuk mengukur gaya dengan cara statis adalah timbangan pegas. Alat ini terdiri dari pegas kumparan dengan jarum yang dipasang pada salah satu ujungnya. Jarum ini dapat bergerak pada sebuah skala. Suatu gaya yang bekerja pada timbangan merubah panjang pegas. Jika sebuah benda dengan berat 1 newton digantung pada pegas, maka pegas akan bertambah panjangnya, sampai tarikan oleh pegas mempunyai besar yang sama dengan berat benda. Suatu tanda dapat dibuat skala dimana jarum berada dan diberi tulisan 1 newton. Dengan cara yang sama benda yang beratnya 2, 3 newton dan sebagainya dapat digantung pada pegas dan tanda yang bersangkutan diberikan pada letak jarum pada nilai beban diatas.

2.4. Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas, maka :

- Rakit peralatan sesuai Gambar 2.
- Pasang balok penahan pada batang statif panjang (tegak).
- Gabungkan dua buah katrol besar dan pasang pengait beban di antara kedua katrol tersebut serta pasang pula sebuah steker perangkai pada salah satu katrol (lihat Gambar 3).

- d. Rakit bidang miring pada balok penahan dengan menggunakan jepit penahan.
- e. Untuk mengatur kemiringan bidang dapat digunakan balok bertingkat (bila diperlukan).



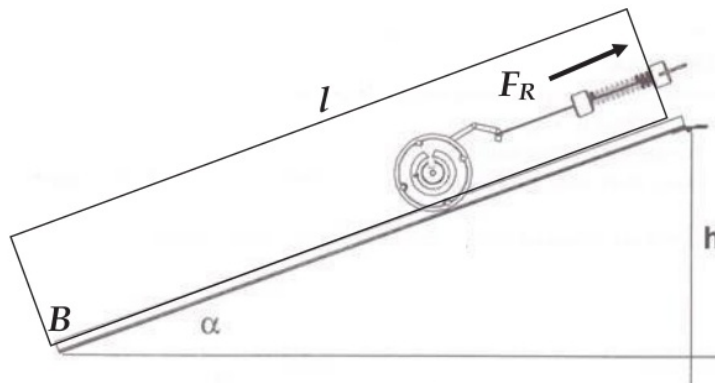
Gambar 2



Gambar 3

2.5. Langkah-langkah Percobaan (GAYA)

- a. Tentukan berat gabungan katrol ($w=mg$) dengan menggunakan dinamometer.
- b. Pasang dinamometer pada pengait beban dan balok penahan melalui jepit penahan bidang miring dan letakkan katrol pada bidang miring tersebut.
- c. Atur ketinggian (h) balok penahan sesuai dengan tabel di bawah.
- d. Pada setiap ketinggian (h) tertentu bacalah gaya (F_R) pada dinamometer dan isikan pada tabel di bawah.
- e. Pasang beban pada steker di kiri dan kanan katrol gabungan.
- f. Ulangi langkah b sampai e dan isikan hasil pengamatan ke dalam tabel. Ket: Percepatan gravitasi = 9.8ms^{-2}
Panjang bidang miring (l) = 50 cm.



LEMBAR KEGIATAN 3

GAYA PADA BIDANG MIRING II

3.1 Tujuan: Menyelidiki sifat dan akibat dari beberapa jenis permukaan benda

3.2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Kaki Statif	2
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok pendukung	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
6.	Balok Bertingkat	1
7.	Jepit Penahan	1
8.	Balok Alumunium	1
9.	Bidang miring	1
10.	Dinamometer 3.0 N	1

3.3 Teori Dasar

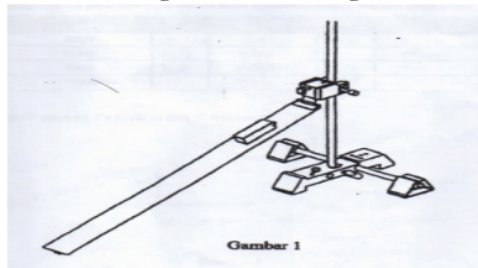
Bidang miring adalah suatu pesawat sederhana dengan permukaan datar dan mempunyai sudut terhadap permukaan horizontal. Semakin kecil sudut kemiringan bidang, semakin besar keuntungan mekanisnya atau semakin kecil gaya yang harus dilakukan.

Jika sebuah benda yang terletak pada bidang miring dan resultan gaya yang bekerja $F=0$, maka terdapat gesekan statis, dimana gaya gesek statis besarnya sama dengan $f_s = \mu_s \times N$. Jika benda dikenai gaya dan kemudian benda bergerak maka gesekan kedua permukaan terdapat gaya reaksi, yang disebut dengan gaya kinetik $f_k = \mu_k \times N$. Jika suatu benda dengan massa tertentu mengalami pergerakan, maka benda tersebut dikenai gaya sebesar $F=m.g$, yang arahnya berkebalikan dengan arah gaya geseknya.

3.4 Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas, maka :

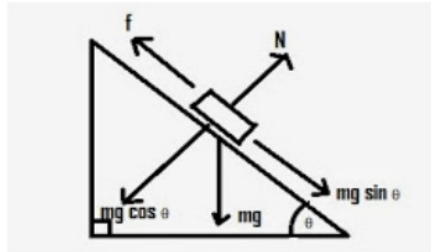
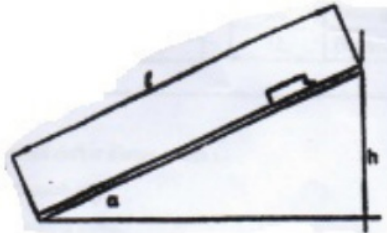
- Rakit peralatan sesuai Gambar 1.
- Pasang balok penahan pada batang statif panjang (tegak).
- Rakit bidang miring pada balok pendukung, dengan posisi terbalik (bidang rata di atas, bagian rel di bawah).
- Jika perlu, gunakan balok bertingkat untuk mengatur kedudukan bidang miring.



Gambar 1

3.5 Langkah-langkah Percobaan

- Tentukan berat balok alumunium ($W=m.g$).
- Letakkan balok alumunium di atas bidang miring.
- Naikkan ketinggian balok pendukung secara sangat perlahan-lahan, sambil mengamati balok alumunium.
- Hentikan kenaikan balok pendukung tepat pada saat alumunium akan bergerak (bergeser). Pada saat itu ukur h (tinggi ujung atas bidang miring) untuk menentukan $\sin \alpha$ atau $\cos \alpha$. (panjang bidang miring $l = 50$ cm).
- Ulangi langkah b sampai dengan d, tetapi dengan menggunakan permukaan balok yang berbeda (kayu, karet, dan akrilik).
- Hitung gaya gesekan antara permukaan bidang miring dengan permukaan benda-benda tersebut.



LEMBAR KEGIATAN 4

USAHA PADA BIDANG MIRING

4.1 Tujuan: Menyelidiki sifat gaya-gaya mekanis pada bidang miring

4.2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar Statif	1
2.	Kaki Statif	2
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok penahan	1
6.	Pengait beban	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
7.	Jepit penahan	1
8.	Katrol penahan (\varnothing 50mm)	2
9.	Steker perangkai	1
10.	Beban (50 gram)	2
11.	Bidang miring	1
12.	Dinamometer 3.0 N	1

4.3 Teori Dasar

Usaha alias Kerja yang dilambangkan dengan huruf W (Work-bahasa inggris), digambarkan sebagai sesuatu yang dihasilkan oleh Gaya (F) ketika Gaya bekerja pada benda hingga benda bergerak dalam jarak tertentu. Hal yang paling sederhana adalah apabila Gaya (F) bernilai konstan (baik besar maupun arahnya) dan benda yang dikenai Gaya bergerak pada lintasan lurus dan searah dengan arah Gaya tersebut. Secara matematis, usaha yang dilakukan oleh gaya yang konstan didefinisikan sebagai hasil kali perpindahan dengan gaya yang searah dengan perpindahan. Persamaan matematisnya adalah:

$$W = F_s \cos 0 = F_s (1) = F_s$$

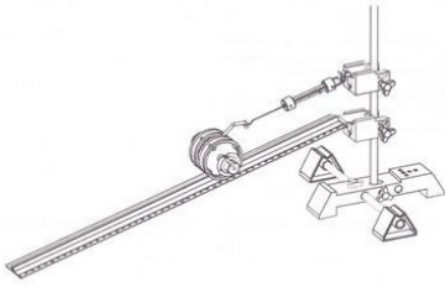
W usaha alias kerja, F besar gaya yang searah dengan perpindahan dan s besar perpindahan. Apabila gaya konstan tidak searah dengan perpindahan, maka usaha yang dilakukan oleh gaya pada benda didefinisikan sebagai perkalian antara perpindahan dengan komponen gaya yang searah dengan perpindahan. Komponen gaya yang searah dengan perpindahan. Satuan Usaha dalam Sistem Internasional (SI) adalah newton-meter. Satuan newton-meter juga biasa disebut Joule ($1 \text{ Joule} = 1 \text{ N.m}$). menggunakan sistem CGS (Centimeter Gram Sekon), satuan usaha disebut erg. $1 \text{ erg} = 1 \text{ dyne.cm}$. Dalam sistem British, usaha diukur dalam foot-pound (kaki-pon). $1 \text{ Joule} = 107 \text{ erg} = 0,7376 \text{ ft.lb}$.

Perlu dipahami dengan baik bahwa sebuah gaya melakukan usaha apabila benda yang dikenai gaya mengalami perpindahan. Jika benda tidak berpindah tempat maka gaya tidak melakukan usaha.

4.4 Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai daftar di atas, maka :

- Rakit peralatan sesuai Gambar 1.
- Pasang balok penahan pada batang statif panjang.
- Rakit bidang miring pada balok pendukung dengan menggunakan jepitan penahan.
- Gabungkan dua katrol kecil dengan menggunakan steker perangkai (gambar 2), dan pasang pengait diantara dua katrol tersebut.



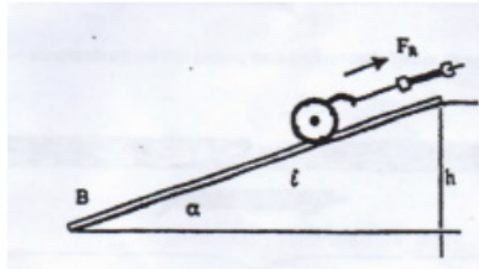
Gambar 1



Gambar 2

4.5 Langkah-langkah Percobaan (USAHA)

- Determine the weight of the two washers + weight ($W = m \cdot g$). Record the observation on the table.
- Attach the washer to the dynamometer and place it on the inclined plane.
- Adjust the height of the inclined plane ($h = 10\text{cm}$).
- Observe the force that occurs (F_R) on the dynamometer and record the result on the table.
- Release the dynamometer from the washer and place the washer on the inclined plane that is highest (height on the inclined plane horizontal $h = 10\text{cm}$). Release the washer so that it slides down the inclined plane until it reaches the horizontal plane (at point B on Gambar 3). The work done is $F_R \cdot l$ (l = length of inclined plane = 50cm).
- Fill in the value of work = $F_R \cdot l$ on the table and complete the price $w \cdot h$.
- Repeat step (b) until (f) by changing the height (h) of the inclined plane according to the observation table.
- Repeat step (a) until (g) after adding two weights to the washer.



Gambar 3.

LEMBAR KEGIATAN 5 KECEPATAN RATA-RATA

5.1 Tujuan: Memahami pengertian dan mengetahui salah satu cara menentukan kecepatan rata-rata.

5.2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Rel Presisi	2
2.	Penyambung rel	1
3.	Kaki rel	2
4.	Kereta Dinamika	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
5.	Balok Bertingkat	1
6.	Stopwatch	1
7.	Penjepit sambungan	1

5.3 Teori Dasar

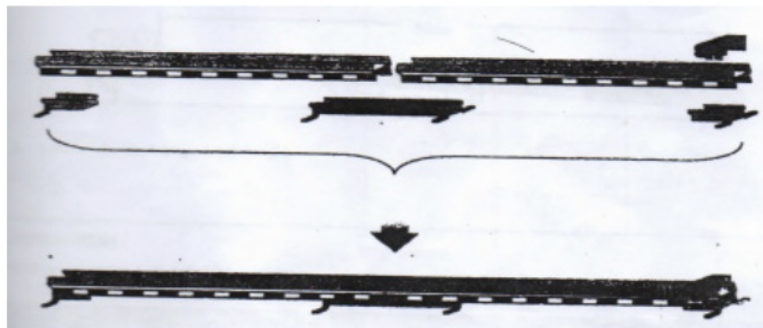
Kecepatan menyatakan perpindahan benda tiap satuan waktu dengan memerhatikan arahnya. Maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan merupakan besaran vektor. Kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan perpindahan yang terjadi terhadap waktu yang diperlukan untuk melakukan perpindahan tersebut.

$$\bar{v} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai hasil bagi perpindahan (Δx) dengan selang waktu (Δt). Atau, perpindahan dengan satuan meter (m) per selang waktu dengan satuan sekon (s). Perpindahan berbeda dengan jarak. Perpindahan bisa didefinisikan sebagai vector perubahan posisi suatu benda. Perpindahan merupakan besaran vector sedangkan jarak merupakan besaran skalar. Misal sebuah partikel bergerak dari titik A, lalu ke titik B, lalu kembali lagi ke titik A. Perpindahan yang dialami partikel sama dengan nol, karena posisi benda sebelum mengalami pergerakan dan sesudah mengalami pergerakan adalah sama. Sedangkan jarak yang dialami partikel sama dengan dua kali jarak antara A dan B ($2AB$).

5.4 Persiapan Percobaan

Sambungkan rel presisi dengan penyambung rel dan pasang pula kaki rel pada kedua ujung rel (lihat gambar).

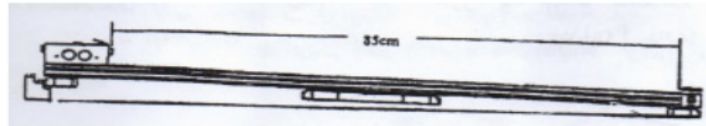


5.5 Langkah-langkah Percobaan

- Letakkan rel yang terpasang pada tingkat paling rendah dari balok bertingkat.
- Pasang penjepit sambungan pada ujung rel di bawah.
- Pasang kereta di atas rel dan ukur jarak dari ujung kepala kereta sampai dengan ujung penjepit = 85 cm.

1. Percobaan 1

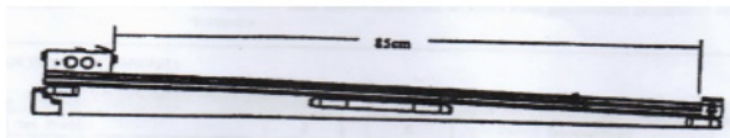
Rel diletakkan pada tingkat bawah balok bertingkat.



- a) Siapkan dan tekan tombol stopwatch tepat saat kereta dilepaskan.
- b) Matikan stopwatch tepat saat kereta menyentuh penjepit dan catat waktu yang diperlukan.

2. Percobaan 2

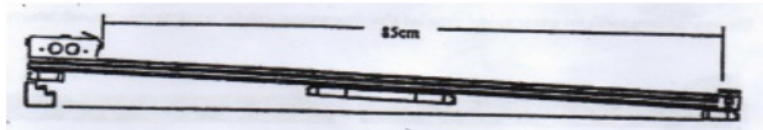
Rel diletakkan di tengah-tengah pada balok bertingkat.



Lakukan kembali langkah (a) dan (b).

3. Percobaan 3

Rel diletakkan di atas pada balok bertingkat pada tingkat paling tinggi.



Lakukan kembali langkah (a) dan (b).

LEMBAR KEGIATAN 6

KECEPATAN DAN PERCEPATAN

6.1. Tujuan: Mengetahui cara menentukan percepatan atau perubahan kecepatan selama waktu tertentu.

6.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Rel Presisi	2
2.	Penyambung rel	1
3.	Kaki rel	2
4.	Kereta Dinamika	1
5.	Balok Bertingkat	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
6.	Stopwatch	1
7.	Penjepit sambungan	1
8.	Meja Optik/penyekat	1
9.	Penggaris	1

6.3. Teori Dasar

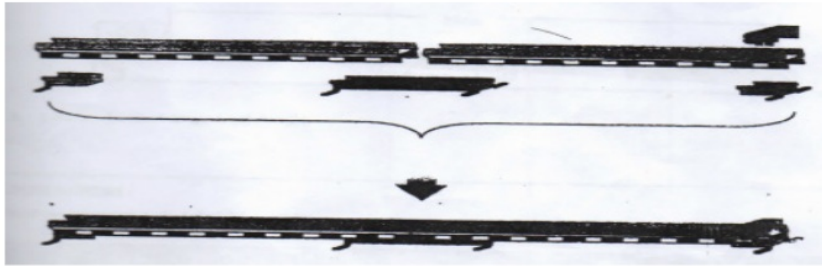
Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda dengan lintasan garis lurus dan memiliki kecepatan setiap saat berubah dengan teratur. Pada gerak lurus berubah beraturan gerak benda dapat mengalami percepatan atau perlambatan. Gerak benda yang mengalami percepatan disebut gerak lurus berubah beraturan dipercepat, sedangkan gerak lurus yang mengalami perlambatan disebut gerak lurus berubah beraturan diperlambat. Suatu benda melakukan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) jika percepatannya selalu konstan. Percepatan merupakan besaran vektor (besaran yang mempunyai besar dan arah). Percepatan konstan berarti besar dan arah percepatan selalu konstan setiap saat (Sasrawan, 2013).

Percepatan adalah perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Umumnya, percepatan dilihat sebagai gerakan suatu obyek yang semakin cepat ataupun lambat. Namun percepatan adalah besaran vektor, sehingga percepatan memiliki besaran dan arah. Dengan kata lain, obyek yang membelok (misalnya mobil yang sedang menikung)-pun memiliki percepatan juga. Satuan SI percepatan adalah m/s^2 . Dimensi percepatan adalah L T^{-2} . Percepatan bisa bernilai positif dan negatif. Bila nilai percepatan positif, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan benda yang mengalami percepatan positif ini bertambah (dipercepat). Sebaliknya bila negatif, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan benda menurun (diperlambat). Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan perubahan kecepatan dengan selang waktunya. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$\bar{a} = \frac{\text{perubahan kecepatan}}{\text{selang waktu}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

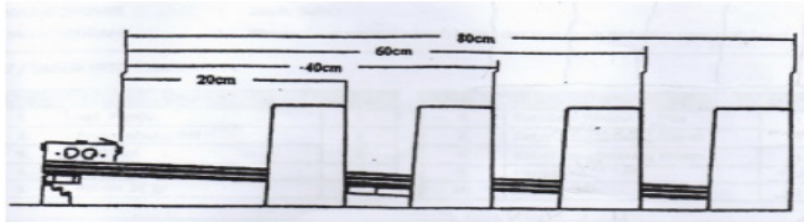
6.4. Persiapan Percobaan

Sambungkan rel presisi dengan penyambung rel dan pasang pula kaki rel pada kedua ujung rel (lihat gambar).



6.5. Langkah-langkah Percobaan

- Letakkan rel yang telah terpasang pada balok bertingkat di tingkat tertinggi.
- Letakkan kereta pada kedudukan yang tertinggi di atas rel.
- Pada jarak **20 cm** dari kereta, letakkan meja optik/penyekat.
- Ukur waktu dari pelepasan kereta sampai dengan berhenti di penyekat.
- Ulangi langkah (b) sampai (d) untuk diambil rata-rata dan catat ke dalam tabel.
- Lakukan langkah (b) sampai (e) dengan terlebih dahulu mengubah jarak penyekat dari kereta menjadi **40 cm, 60 cm, dan 80 cm**.



LEMBAR KEGIATAN 7 GERAK JATUH BEBAS

7.1. Tujuan: Mempelajari peristiwa jatuh bebas dan hubungan terhadap gaya tarik bumi.

7.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Stopwatch	1
2.	Penggaris	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
3.	Benda	1
4.	Penahan	1

7.3. Teori Dasar

Gerak jatuh bebas adalah gerak yang mengakibatkan benda melewati lintasan berbentuk lurus karena pengaruh gaya gravitasi bumi. Gerak jatuh bebas mengakibatkan gesekan dan perubahan kecil percepatan terhadap ketinggian. Percepatan gerak jatuh bebas disebabkan oleh gaya gravitasi bumi yang besarnya $9,8 \text{ m/s}^2$ dan berarah menuju kepusat bumi. Gesekan yang dimaksud di sini adalah gesekan antara benda dan udara. Suatu benda yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu dalam ruang terbuka akan di perlambat akibat gaya gesekan dan laju udara, pada percepatan gerak jatuh bebas seiring ditemukan bahwa hasil percepatan yang dialami benda tidak sesuai dengan hasil percepatan gravitasi bumi, hal tersebut terjadi karena sesungguhnya benda tersebut telah mengalami perlambatan oleh gaya gesek udara. Percepatan yang dialami benda pada gerak jatuh bebas akan sama dengan percepatan gravitasi bila benda tersebut dijatuhkan pada ruang hampa udara.

Gerak jatuh bebas adalah gerak jatuh benda pada arah vertikal dari ketinggian h tertentu tanpa kecepatan awal. Jadi gerak benda hanya dipengaruhi oleh gravitasi bumi sebesar g .

$$y = h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow gt^2 = 2h$$

$$t = \sqrt{2h/g}$$

Gerak jatuh memiliki ciri khas yaitu benda jatuh tanpa kecepatan awal. Semakin ke bawah gerak benda semakin cepat. Percepatan yang dialami oleh setiap benda jatuh bebas selalu sama yakni sama dengan percepatan gravitasi bumi ($a = g$) (besar g adalah $9,8 \text{ m/s}^2$ atau dibulatkan menjadi 10 m/s^2).

$$v = g \cdot t \rightarrow v = g\sqrt{2h/g} \rightarrow v^2 = 2hg$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ maka } \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

Rumus gerak jatuh bebas ini merupakan pengembangan dari tiga rumus utama dalam GLBB seperti yang telah diterangkan diatas dengan memodifikasi: s (jarak) menjadi h (ketinggian) dan $V_0 = 0$ serta percepatan (a) menjadi percepatan gravitasi (g).

7.4. Persiapan Percobaan

- Pasang penggaris pada dinding untuk menentukan ketinggian.
- Siapkan benda dan stopwatch dinyalakan tepat ketika benda akan dijatuhkan pada ketinggian yang ditentukan.

7.5. Langkah-langkah Percobaan

- a. Letakkan benda pada ketinggian yang ditentukan, dan siapkan stopwatch.
- b. Jatuhkan benda bersamaan dengan menyalakan stopwatch.
- c. Matikan stopwatch ketika benda tepat di bawah.
- d. Ulangi langkah (a) sampai (c) dengan ketinggian yang berbeda.

LEMBAR KEGIATAN 8 HUKUM HOOKE

2 8.1. **Tujuan:** Mencari hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pegas.

8.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar statif	1
2.	Kaki statif	1
3	Batang statif pendek	1
4	Batang statif panjang	1
5	Balok pendukung	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
6	Beban 50 gr	6
7	Jepitan Penahan	1
8	Pegas spiral	1
9	Penggaris	1

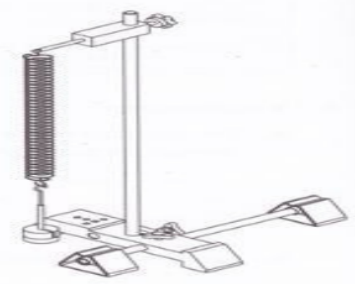
8.3. Teori Dasar

Jika suatu bahan dapat menegang atau menyusut karena pengaruh gaya dari luar dan dapat kembali ke keadaan semula jika gaya yang bekerja padanya dihilangkan, maka keadaan tersebut dikatakan mempunyai sifat elastis (Misalnya Pegas). Selama batas elastisitasnya belum terlampaui maka perubahan panjang pegas akan sebanding dengan gaya yang bekerja padanya, menurut *hukum Hooke* dinyatakan dengan $F = -k \cdot \Delta x$. Dengan F adalah gaya (N), k adalah konstanta pegas (N/m) dan x adalah perubahan panjang pegas (m). Bila dibuat grafik antara F dan Δx , dan persamaan di atas benar, grafik tersebut akan berbentuk garis lurus.

8.4. Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai dengan daftar di atas, maka:

- Rakit statif sesuai gambar di bawah ini.
- Pasang balok penahan pada batang statif.
- Pasang jepitan penahan pada balok pendukung, kemudian gantungkan pegas spiral.



2 8.5. Langkah-langkah Percobaan

- Gantungkan 1 Beban (W) = 0,5 N pada pegas sebagai gaya awal (F_0).
- Ukur panjang awal (l_0) pegas dan catat hasilnya pada tabel di bawah.
- Tambahkan 1 beban dan ukur kembali panjang pegas (l). Catat hasil pengamatan ke dalam tabel.
- Ulangi langkah (c) dengan setiap kali menambah 1 beban untuk melengkapi tabel di bawah.

LEMBAR KEGIATAN 9

GERAK HARMONIK SEDERHANA

9.1. Tujuan: Mencari hubungan antara Periode pegas terhadap massa beban.

9.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar statif	1
2.	Kaki statif	1
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok pendukung	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
6	Beban 50 gr	6
7	Jepitan Penahan	1
8	Pegas spiral	1
9	Stopwatch	1

9.3. Teori Dasar

Ketika pada sebuah pegas dibebani dengan sebuah massa m , maka gaya yang menyebabkan pegas bertambah panjang adalah gaya berat dan massa tersebut, sehingga berlaku: $mg=kx$. Dengan g adalah percepatan gravitasi (m/s^2). Selain dengan cara pembebanan, konstanta pegas dapat dicari dengan cara getaran pada pegas. Sebuah benda bermassa m dibebankan pada pegas dan disimpangkan dari posisi setimbangnya, maka akan terjadi getaran pegas dengan periode getaran adalah $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Periode (T) adalah waktu yang diperlukan suatu benda untuk melakukan satu getaran lengkap. Berdasarkan hukum II newton, $F = ma$, sehingga:

$$\begin{aligned} F_p &= -kx \\ m a &= -kx \\ a &= -\left(\frac{k}{m}\right)x \end{aligned}$$

Dari persamaan percepatan gerak harmonik sederhana diperoleh bahwa $a = \omega^2 y$. Oleh karena pegas bergerak sepanjang sumbu X , percepatan pegas adalah $a = -\omega^2 x$. Dari kedua persamaan di atas diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} -\omega^2 x &= -\frac{k}{m}x \\ \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} \\ 2\pi f &= \sqrt{\frac{k}{m}} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \\ T &= 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \end{aligned} \quad (1)$$

Besarnya gaya pemulih pada ayunan sederhana, berdasarkan hukum II newton, $F = ma$ sehingga percepatan gerak harmonik sederhana bernilai $a = \omega^2 y$. persamaan menjadi:

$$\begin{aligned} -\omega^2 y &= -g \frac{y}{\ell} \\ \omega &= \sqrt{\frac{g}{\ell}} \\ 2\pi f &= \sqrt{\frac{g}{\ell}} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \\ f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} \end{aligned} \quad (2)$$

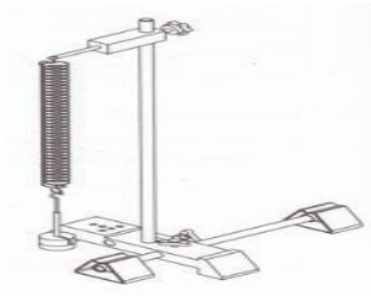
Persamaan (1) dan (2) untuk nilai periode menjadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{\ell}{g} = \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{m \cdot g}{\ell} = \frac{F}{\ell}$$

9.4. Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai dengan daftar di atas, maka:

- Rakit statif sesuai gambar di bawah ini.
- Pasang balok penahan pada batang statif.
- Pasang pegas dengan jepit penahan pada balok pendukung.

**9.5. Langkah-langkah Percobaan**

- Pasang 1 Beban pada pegas.
- Tarik beban ke bawah sejauh $\pm 2\text{cm}$ dan siapkan stopwatch di tangan.
- Lepaskan beban, bersamaan dengan menekan (menghidupkan) stopwatch.
- Hitung sampai 10 getaran dan tepat pada saat itu, matikan stopwatch. Catat hasil pengamatan pada tabel.
- Hitung waktu untuk 1 getaran (periode, T) dan lengkapi tabel hasil pengamatan.
- Ulangi langkah (a) sampai (e) dengan simpangan 3 cm.
- Ulangi langkah (b) sampai (f) dengan setiap kali menambah 1 beban.

LEMBAR KEGIATAN 10 AYUNAN SEDERHANA

10.1. Tujuan: Mempelajari pengaruh massa (m), panjang tali (l), dengan simpangan (A) terhadap ayunan suatu bandul sederhana.

10.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Dasar statif	1
2.	Kaki statif	1
3.	Batang statif pendek	1
4.	Batang statif panjang	1
5.	Balok pendukung	1

No	Alat dan Bahan	Jumlah
6.	Beban 50 gr	6
7.	Jepitan Penahan	1
8.	Benang	1
9.	Stopwatch	1

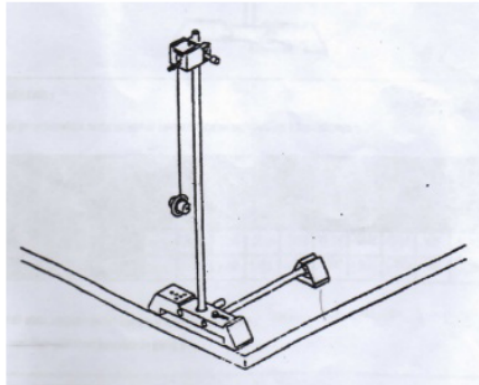
10.3. Teori Dasar

Teori yang mendukung sesuaikan lembar kegiatan 9 (Gerak harmonik sederhana pada tali), persamaan (2).

10.4. Persiapan Percobaan

Setelah seluruh alat dan bahan disiapkan sesuai dengan daftar di atas, maka:

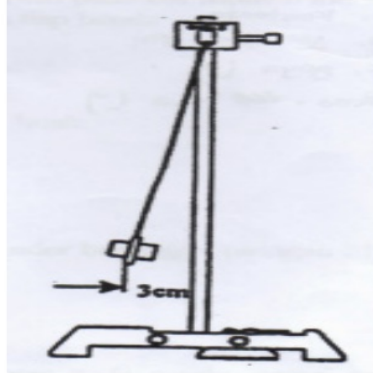
- Rakit statif sesuai gambar di bawah ini.
- Pasang balok penahan pada ujung atas batang statif, dan pasang steker poros pada balok pendukung.
- Ikut beban dengan tali dan buatlah 10 tanda (pakai ballpoint) pada tali dengan jarak masing-masing 10 cm.
- Ikutkan tanda ke 10 pada steker seperti gambar di bawah (Panjang tali 100cm dari ujung tali yang terikat pada beban).
- Siapkan stopwatch.



10.5. Langkah-langkah Percobaan

- Simpangkan beban sejauh $\pm 3\text{cm}$ (simpangan 1). Lihat pada gambar di bawah.
- Lepaskan beban bersamaan dengan menekan tombol stopwatch. Hitung 10 ayunan dan tepat pada hitungan ke 10 matikan stopwatch. Catat waktu 10 ayunan tersebut (t) pada tabel. Dari sini dapat diperoleh nilai periode (waktu satu ayunan) $\times t = 1/10.t$.
- Ulangi langkah (a) dan (b) dengan penyimpangan $\pm 5\text{cm}$ (simpangan 2).
- Ulangi langkah (a) sampai (c) dengan penambahan 1 beban.

- e. Ulangi langkah (a) sampai (c) dengan panjang tali (l) yang berbeda sesuai dengan tabel hasil pengamatan.



1 LEMBAR KEGIATAN 11

PENENTUAN MOMEN INERSIA DIRI PADA BENDA LEWAT GERAK OSILASI HARMONIK

11.1. **Tujuan:** Menentukan konstanta pegas spiral dan momen inersia diri pada alat momen inersia.

11.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah	No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Alat momen inersia	1 set	6	Pencacah waktu	1
2	Gerbang cahaya (<i>photogate</i>)	1	7	1 pla Pejal	1
3	Neraca	1	8	Silinder Pejal, Silinder Berongga	1
4	Benang nilon	1m	9	Piringan 213, piringan 714	1
5	Perangkat beban	1 set	10	Kerucut Pejal	1

11.3. Teori Dasar

Gerak benda yang berputar pada sumbu rotasi tertentu dapat dihasilkan dengan memberikan sebuah gaya F yang bekerja pada jarak R tertentu dari sumbu putar tersebut. Jika gaya F tersebut tegak lurus terhadap R , besarnya momen gaya atau torka yang bekerja pada benda tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\tau = R \times F \quad (1)$$

Apabila torka tersebut bekerja pada suatu sistem benda yang putarannya ditahan oleh pegas spiral, besarnya simpangan θ akan sebanding dengan torka tersebut, yang diberikan oleh hubungan:

$$\tau = \kappa \theta \quad (2)$$

Dengan κ adalah konstanta pegas spiral. Dari persamaan (1) dan (2) diperoleh:

$$\theta = \frac{R}{\kappa} F \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa simpangan sebanding dengan gaya, sehingga apabila dibuat grafik akan memperoleh grafik linier. Sifat linieritas tersebut tentunya akan muncul sepanjang masih dalam batas elastisitas Hooke dari pegas spiral tersebut.

Torka yang bekerja akan menghasilkan percepatan sudut, yang besarnya bergantung pada momen inersia benda I , yang diberikan oleh hubungan:

$$\tau = I \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Persamaan (2) dapat dituliskan kembali:

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\kappa\theta \quad \text{atau} \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\kappa}{I}\theta = 0 \quad (4)$$

Persamaan (4) merupakan persamaan gerak osilasi sederhana yang solusinya berupa fungsi harmonik sinus atau cosinus dengan periode: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\kappa}}$

1 Untuk suatu sistem N partikel yang membentuk benda tegar, momen inersianya adalah:

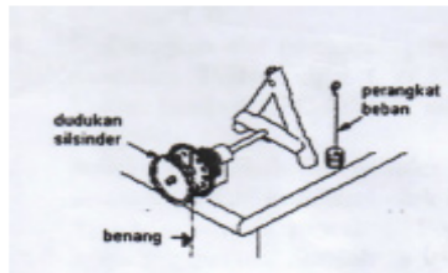
$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2$ 1. Sistem yang digunakan dalam percobaan ini mengukur momen inersia dari beberapa bentuk benda, karena itu maka harus diketahui terlebih dahulu momen inersia diri dari sistem tersebut. Besar momen inersia diri dapat dihitung dengan mengukur periode osilasinya, yaitu:

$$I_0 = \frac{\kappa}{4\pi^2} T_0^2$$

1 Dengan I_0 adalah momen inersia diri dan T_0 adalah periode diri alat ukur momen inersia yang dipakai.

11.4. Persiapan Percobaan

Pasanglah alat momen inersia pada dasar statif. Ikatkan benang nilon pada salah satu baut yang ada di tepi duduk silinder, kemudian lilitkan benang tersebut beberapa lilitan seperti gambar berikut.



11.5. Langkah-langkah Percobaan

Percobaan 1. Penentuan konstanta pegas spiral.

- Timbanglah massa tiap-tiap beban.
- Pastikan jarum penunjuk simpangan pada keadaan *nol*.
- Gantungkan satu buah beban pada benang, amati simpangan yang terjadi. Catat sebagai θ_1 . Ulangi sampai tiga kali. Catat hasilnya pada tabel.
- 1 Tambahkan atau ganti 1 buah beban berikutnya dan catatlah simpangannya pada tabel sebagai θ_2 .
- Lakukan langkah (d) untuk mendapatkan simpangan θ_3 , θ_4 dan seterusnya. Catat hasilnya pada tabel.

1 Percobaan 2. Penentuan momen inersia diri.

- Tegakkan kembali alat momen inersia, buka benang yang terpasang pada duduk silinder.
- 1 Pasang photogate pada dasar statif bila belum terpasang. Jika sudah terpasang, aturlah posisinya sehingga jarum penunjuk pada alat momen inersia.
- Siapkan stopwatch untuk mengetahui 1 waktu yang dibutuhkan dalam percobaan.
- Simpangkan duduk silinder 180° atau lebih, kemudian lepaskan sehingga terjadi gerakan bolak balik atau isolasi bersamaan dengan menyalakan stopwatch. Amati sampai 3 kali getaran. Catat waktu sebagai t_1 .
- 1 Ulangi langkah (d), catat sebagai waktu t_2 , t_3 , t_4 , dan t_5 .
- Hitung waktu rata-rata 3 kali getaran, kemudian hitung periode osilasi tersebut. Catat sebagai T_0 .

1 LEMBAR KEGIATAN 12

PENENTUAN MOMEN INERSIA BENDA LEWAT GERAK OSILASI HARMONIK

12.1. **Tujuan:** Menentukan Momen Inersia Benda dan Periode setiap benda (Bola Pejal, Silinder Pejal, Silinder Berongga).

12.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah	No	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Alat momen inersia	1 set	6	Pencacah waktu	1
2.	Gerbang cahaya (<i>photogate</i>)	1	7	Bola Pejal	1
3	Neraca	1	8	Silinder Pejal, Silinder Berongga	1
4	Benang nilon	1m	9	Piringan 213, piringan 714	1
5	Perangkat beban	1 set	10	Kerucut Pejal	1

12.3. Teori Dasar

Suatu benda tegar dengan distribusi massa yang kontinu, suatu elemen massa yang berjarak R dari sumbu putar, momen inersia benda dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Benda yang berbentuk silinder pejal
Seperti katrol atau roda tertentu, maka berlaku rumus: $I = \frac{1}{2} m.R^2$. Dimana I adalah momen inersia (kg m^2), R adalah jari-jari silinder (m), dan m massa (kg).
2. Silinder Tipis Berongga
Benda silinder tipis berongga seperti cincin tipis, maka berlaku rumus: $I = m.R^2$.
3. Silinder Berongga Tidak Tipis
Silinder berongga tidak tipis yaitu silinder yang mempunyai jari-jari dalam dan jari-jari luar. Maka berlaku rumus: $I = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$, dengan R_1 adalah jari-jari dalam silinder (m) dan R_2 adalah jari-jari luar silinder (m).
4. Bola Pejal
Apabila benda berbentuk bola pejal, maka berlaku rumus: $I = \frac{2}{5} m.R^2$
5. Bola Berongga
Rumus yang berlaku untuk bola berongga yaitu: $I = \frac{2}{3} m.R^2$

12.4. Persiapan Percobaan

Siapkan semua alat dan bahan, susun sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan.

12.5. Langkah-langkah Percobaan

- a. Timbanglah semua benda yang akan ditentukan nilai momen inersianya. Catat hasilnya pada tabel.
- b. Ukurlah tinggi dan diameter masing-masing benda. Catat dalam tabel. Kemudian hitung momen inersia dengan menggunakan rumus momen inersia pada masing-masing benda.
- c. Pasanglah bola pejal pada alat momen inersia. Dan siapkan stopwatch untuk mengamati waktu yang dibutuhkan.
- d. Simpangkan bola tersebut sebesar 180° atau lebih, kemudian lepaskan sehingga berisolasi. Catat waktu 3 kali getaran yang ditunjukkan pada stopwatch.
- e. Ulangi langkah (d) sebanyak 5 kali. Catat pada tabel. Kemudian hitung waktu rata-ratanya.
- f. Ganti bola pejal dengan silinder pejal dan silinder berongga. Lakukan langkah (c) sampai (e) untuk masing-masing benda. Hitung nilai momen inersia dengan menggunakan periode osilasi.

1 LEMBAR KEGIATAN 13

PENENTUAN MOMEN INERSIA BENDA LEWAT GERAK OSILASI HARMONIK

13.1. Tujuan: Menentukan Momen Inersia Benda dan Periode setiap benda (Piringan 213, piringan 714, Kerucut Pejal).

13.2. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah	No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Alat momen inersia	1 set	6	Pencacah waktu	1
2	Gerbang cahaya (<i>photogate</i>)	1	7	Bola Pejal	1
3	Neraca	1	8	Silinder Pejal, Silinder Berongga	1
4	Benang nilon	1m	9	Piringan 213, piringan 714	1
5	Perangkat beban	1 set	10	Kerucut Pejal	1

13.3. Teori Dasar

Besarnya momen inersia bergantung pada berbagai bentuk benda “pusat rotasi” yang diketahui dari jari-jari rotasi dan massa benda. Pada penentuan momen inersia tertentu seperti bola pejal, silinder pejal, piringan, kerucut atau bentuk yang lain cenderung lebih mudah dari pada momen inersia benda yang memiliki bentuk tidak sempurna atau tidak beraturan. Momen inersia benda untuk piringan disamakan dengan momen inersia pada silinder pejal, yaitu: $I = \frac{1}{2} m.R^2$. sedangkan untuk kerucut pejal dapat dirumuskan dengan: $I = \frac{3}{10} m.R^2$.

Apabila sebuah benda dipasangkan pada alat ukur momen inersia tersebut, dan kemudian diosilasikan, maka periode osilasinya adalah:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{\kappa} (I + I_0)$$

Dengan T adalah periode osilasi dan I adalah momen inersia benda yang sedang diukur. Dari persamaan momen inersia diri dan periode osilasi, momen inersia benda yang terpasang pada alat ukur momen inersia dapat dihitung dengan:

$$I = \left(\frac{T^2}{T_0^2} - 1 \right) I_0$$

13.4. Persiapan Percobaan

Siapkan semua alat dan bahan, susun sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan.

13.5. Langkah-langkah Percobaan

- Timbanglah semua benda yang akan ditentukan nilai momen inersianya. Catat hasilnya pada tabel.
- Ukurlah tinggi dan diameter masing-masing benda. Catat dalam tabel. Kemudian hitung momen inersia dengan menggunakan rumus momen inersia pada masing-masing benda.
- Pasanglah piringan 213 pada alat momen inersia. Dan siapkan stopwatch untuk mengamati waktu yang dibutuhkan.
- Simpangkan piringan tersebut sebesar 180° atau lebih, kemudian lepaskan sehingga berisilasi. Catat waktu 3 kali getaran yang ditunjukkan pada stopwatch.

- e. Ulangi langkah (d) sebanyak 5 kali. Catat pada tabel. Kemudian hitung waktu rata-ratanya.
- f. Ganti piringan 213 dengan piringan 714 dan kerucut pejal. Lakukan langkah (c) sampai (e) untuk masing-masing benda. Hitung nilai momen inersia dengan menggunakan periode osilasi.

4
DAFTAR PUSTAKA

Scientific, P. 2010. *KIT MEKANIKA PMS 500*. Bandung: Pundak Scientific.

Scientific, P. 1998. *MEKANIKA*. Bandung: Pundak Scientific

Program studi Teknik Mesin. 2016. Modul Praktek Fisika Teknik. Fakultas Teknik UMK Kudus.

Buku Panduan Praktek Fisika Teknik

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

26%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

lfd.fmipa.itb.ac.id

Internet Source

8%

2

fr.scribd.com

Internet Source

6%

3

tokohtokohduniaku.blogspot.com

Internet Source

6%

4

anzdoc.com

Internet Source

5%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 3%